



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 21 937 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 23 D 14/46
F 23 R 3/00

②1 Aktenzeichen: 197 21 937.3
②2 Anmeldetag: 26. 5. 97
④3 Offenlegungstag: 3. 12. 98

DE 197 21 937 A 1

⑦1 Anmelder:
ABB Research Ltd., Zürich, CH

⑦4 Vertreter:
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761
Waldshut-Tiengen

⑦2 Erfinder:
Haumann, Jürgen, Dr., Rekingen, CH; Knöpfel, Hans
Peter, Besenbüren, CH; Paschereit, Christian, Dr.,
Baden, CH; Polifke, Wolfgang, Dr., Windisch, CH;
Sattelmayer, Thomas, Prof. Dr., 85435 Erding, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

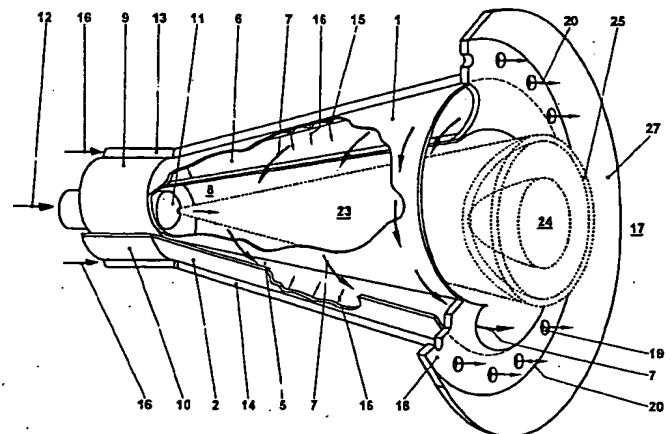
DE 39 06 854 C1
US 31 74 526
EP 04 36 113 A1

KURZ, G.: Schadstoffarmer Brenner, Derzeitiger
Entwicklungsstand des R-Brenners. In: Brennst.-
Wärme-Kraft 29, 1977, Nr.8, Aug., S.310-312;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Brenner zum Betrieb eines Aggregates zur Erzeugung eines Heissgases

⑤7 Bei einem auf einer Vormischverbrennung aufgebauten Brenner zum Betrieb eines Aggregates wird am Ende der Vormischstrecke, welche durch eine tangentielle Einströmung der Verbrennungsluft (7) ins Innere des Vormischbrenners charakterisiert ist, eine Brennerfrontplatte (18/27) vorgesehen. Das äußere Ende (27) dieser Brennerfrontplatte ist unter Wahrung eines spitzen Winkels nach innen geneigt. Die Strömung der heißen Gase am Brenneraustritt werden durch die Brennerfrontplatte (18/27) in radialer Richtung so beeinflusst, daß eine direkte und nahe Rezirkulation dieser Gase im Bereich der Flammenfront (25) unter unmittelbarer Abschirmung der vom Brennraum stammenden Abgase stattfinden kann. Damit ist gewährleistet, daß die Flammenfront (25) durch ebendiese Rauchgase eine Abkühlung erfährt.



DE 197 21 937 A 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Brenner zum Betrieb eines Aggregates zur Erzeugung eines Heißgases gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

Die Flammenstabilisierung von vielen modernen Low-NOx-Brennern, so aus EP-B1-0 321 809, beruht auf der Erzeugung einer Rückströmzone oder Rückströmblase (= Vortex-Breakdown). Diese Brenner werden oft als Vormischbrenner bezeichnet, ausgehend von der Tatsache, daß die Vormischung des zum Einsatz kommenden Brennstoffes innerhalb einer zum Brenner gehörenden Strecke vorgenommen wird. Bei ungünstiger Auslegung des Drallherzeugers resp. der Drallbildung eines solchen Vormischbrenners geht wegen einer zu hohen Drallzahl die gewünschte kurze Rückströmzone durch das Aufplatzen des Wirbels in eine lange fast zylindrische Rückströmzone über. Beim Betrieb eines solchen Vormischbrenners ohne eine anschließende Brennkammer, oder bei einem zu großen Brennraum, resp. bei einem Brennraum, dessen Brennkammerwände relativ kalt sind, was typischerweise bei Heizkesseln der Fall ist, wird den zurückströmenden Rauchgasen die Wärme entzogen. Dies führt, insbesondere beim Start, zu einer ungenügenden Flammenstabilisierung, und beim Betrieb des Vormischbrenners mit einem flüssigen Brennstoff zu einer unzureichenden Vorverdampfung der Brennstofftropfen. Dieses Verhalten läßt sich auch bei Brennern für Kesselanlagen mit einer passiven Rauchgasrezirkulation im Brennraum feststellen. Diese Probleme können zum Flammenabriß oder zu Schwingungen führen und machen ein unerwünschtes besonderes Startprozedere notwendig. Bei Heizungsfeuerungen muß außerdem eine sehr lange Startphase vorgesehen werden, während welcher erhöhte Schadstoff-Emissionen auftreten. Dies hängt im wesentlichen damit zusammen, daß der ganze Heizkessel mit seiner relativ großen thermischen Trägheit soweit aufgewärmt werden muß, bis die rückströmenden Abgase eine ausreichende Temperatur aufweisen.

Für den Vormischbrenner selbst ergeben sich bei einer solchen Konstellation und bei gewissen Betriebsarten des Brenners folgende Unvollkommenheiten resp.

Unzulänglichkeiten:

- a) Erhöhung der Gefahr eines Flammenrückschlages ins Innere des Vormischbrenners;
- b) aus a) ergibt sich dann die Konsequenz, daß der Betriebsbereich mit einer optimalen Flammenposition beschränkt bleibt
- c) die Verbrennung ist Pulsationen unterworfen, die mannigfaltig zu einer Destabilisierung der Flammenposition und/oder zu einer Erhöhung der Schadstoff-Emissionen, insbesondere der NOx-Emissionen führen;
- d) es entstehen große Abweichungen hinsichtlich der optimalen Strömungsbedingungen, wodurch das Potential des Vormischbrenners nicht vollständig ausgenutzt werden kann;
- e) das Startprozedere ist aus obengenannten Unzulänglichkeiten problematisch zu handhaben.

Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde bei einem Brenner der eingangs genannten Art Vorschläge zu unterbreiten, welche die obengenannten Unvollkommenheiten und Unzulänglichkeiten zu beheben vermag.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß der Hauptkörper des Brenners, was die Bildung der kritischen Drallzahl betrifft, im wesentlichen unverändert bleibt. Lediglich zur Behebung der obengenannten Nachteile sowie zur Maximierung der Flammenstabilisation und Stärkung der am Ausgang des Brenners sich bildenden Rückströmzone werden im Bereich der sich am Brenneraustritt befindlichen Frontplatte Vorkehrungen zur Stärkung des äußeren Stabilisationsbereiches vorgesehen. Grundsätzlich läßt sich diese äußere Stabilisation damit erreichen, daß die Strömung von heißen Gasen am Brenneraustritt in radialer Richtung durch die Frontplatte so beeinflußt wird, daß eine direkte und nahe Rezirkulation von heißen Gasen im Bereich der Flammenfront unter unmittelbarer Abschirmung der vom Brennraum stammenden Abgase, die an sich bereits eine Abkühlung erfahren haben, stattfinden kann.

Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung sind in den weiteren abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden werden anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen worden. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigt:

Fig. 1 einen Vormischbrenner in perspektivischer Darstellung, mit einem abschirmenden Ring im Bereich der Frontplatte und

Fig. 2 eine weitere perspektivische Darstellung des Vormischbrenners gemäß Fig. 1, aus anderer Ansicht, in vereinfachter Form.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

Fig. 1 zeigt einen Vormischbrenner in perspektivischer Darstellung. Zum besseren Verständnis des Gegenstandes ist es vorteilhaft, wenn gleichzeitig bei der Erfassung von Fig. 1 auch Fig. 2 herangezogen wird, aus welchen Zweck, Art und Funktionsweise eines solchen Brenners hervorgehen. Danebst wird auf EP-B1-0 321 809 hingewiesen, wobei diese Druckschrift einen integrierenden Bestandteil vorliegender Beschreibung darstellt.

Der Vormischbrenner gemäß Fig. 1 besteht aus zwei hohlen kegelförmigen Teilkörpern 1, 2, die versetzt zueinander ineinandergeschachtelt sind, wobei dieser Vormischbrenner mit einem gasförmigen und/oder flüssigen Brennstoff betrieben wird. Unter dem Begriff "kegelförmig" wird hier nicht nur die gezeigte, durch einen festen Öffnungswinkel charakterisierte Kegelform verstanden, sondern er schließt auch andere Konfigurationen der Teilkörper mit ein, so eine Diffusor- oder diffusorähnliche Form sowie eine Konfusor- oder konfusorähnliche Form. Diese Formen sind vorliegend nicht speziell dargestellt, da sie dem Fachmann ohne weiteres geläufig sind. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse

oder Längssymmetrieachse der Teilkörper 1, 2 zueinander (Vgl. Fig. 2, Pos. 3, 4) schafft auf beiden Seiten, in spiegelbildlicher Anordnung, jeweils einen tangentialen Lufteintrittskanal 5, 6 frei, durch welche die Verbrennungsluft 7 in einen von den Teilkörpern gebildeten Innenraum des Vormischbrenners, d. h. in den Kegelhohlraum 8 strömt. Die beiden kegeligen Teilkörper 1, 2 weisen je einen zylindrischen Anfangsteil 9, 10, die ebenfalls, analog den vorgenannten Teilkörpern 1, 2, versetzt zueinander verlaufen, so daß die tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 über die ganze Länge des Vormischbrenners vorhanden sind. Im Bereich des zylindrischen Anfangsteils ist eine Düse 11 zur vorzugsweisen Zerstäubung eines flüssigen Brennstoffes 12 untergebracht, dergestalt daß deren Eindüsung in etwa mit dem engsten Querschnitt des durch die Teilkörper 1, 2 gebildeten Kegelhohlraumes 8 zusammenfällt. Die Eindüsungskapazität und die Betriebsart dieser Düse 11 richtet sich nach den vorgegebenen Parametern des jeweiligen Vormischbrenners. Der durch die Düse 11 eingedüste Brennstoff 12 kann bei Bedarf mit einem rückgeführten Abgas angereichert werden; sodann ist es auch möglich, durch die Düse 11 die komplementäre Einspritzung einer Wassermenge zu bewerkstelligen.

Selbstverständlich kann der Vormischbrenner rein kegelig, also ohne zylindrische Anfangsteile 9, 10 ausgebildet sein. Die Teilkörper 1, 2 weisen des weiteren je eine Brennstoffleitung 13, 14 auf, welche entlang der tangentialen Eintrittskanäle 5, 6 angeordnet und mit Eindüsungsoffnungen 15 versehen sind, durch welche vorzugsweise ein gasförmiger Brennstoff 16 in die dort vorbeiströmende Verbrennungsluft 7 eingedüst wird, wie dies durch Pfeile 16 versinnbildlicht wird, wobei diese Eindüsung zugleich die Brennstoffinjektionsebene (Vgl. Fig. 2, Pos. 22) des Systems bildet. Diese Brennstoffleitungen 13, 14 sind vorzugsweise spätestens am Ende der tangentialen Einstromung, vor Eintritt in den Kegelhohlraum 8, plaziert, dies um eine optimale Luft/Brennstoff-Mischung zu gewährleisten.

Brennraumseitig weist der Vormischbrenner eine als Verankerung für die Teilkörper 1, 2 dienende Frontplatte 18 mit einer Anzahl Bohrungen 19 auf, durch welche bei Bedarf vorzugsweise ein heißes Medium 20 dem vorderen Teil des Brennraumes 17 bzw. dessen Wand zugeführt wird.

Wird der Vormischbrenner, wie bereits beschrieben, allein mittels eines flüssigen Brennstoffes 12 betrieben, so geschieht dies über die zentrale Düse 11, wobei dieser Brennstoff 12 dann unter einem spitzen Winkel in den Kegelhohlraum 8 bzw. in den Brennraum 17 eingespritzt wird. Aus der Düse 11 bildet sich sonach ein kegeliges Brennstoffprofil 23, das von der tangential einströmenden rotierenden Verbrennungsluft 7 umschlossen wird. In axialer Richtung wird die Konzentration des eingedüsten Brennstoffes 12 fortlaufend durch die einströmenden Verbrennungsluft 7 zu einer optimalen Gemisch abgebaut.

Will man den Vormischbrenner mit einem gasförmigen Brennstoff 16 betreiben, so kann dies grundsätzlich auch über die zentrale Brennstoffdüse 11 geschehen, vorzugsweise soll aber eine solche Betriebsart über die Eindüsungsoffnungen 15 vorgenommen werden, wobei die Bildung dieses Brennstoff/Luft-Gemisches direkt am Ende der Lufteintrittskanäle 5, 6 zustande kommt.

Bei der Eindüsung des flüssigen Brennstoffes 12 über die Düse 11 wird am Ende des Vormischbrenners die optimale, homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht. Ist die Verbrennungsluft 7 zusätzlich vorgeheizt oder mit einem rückgeführten Abgas angereichert, so unterstützt dies die Verdampfung des flüssigen Brennstoffes 12 nachhaltig innerhalb der durch die Länge des Vormischbrenners induzierten Vormischstrecke. Betreffend die Zumischung

eines rückgeführten Rauchgases wird auf die Fig. 3-6 verwiesen.

Die gleichen Überlegungen gelten auch, wenn über die Brennstoffleitungen 13, 14 statt gasförmige nun flüssige Brennstoffe zugeführt werden sollten.

Bei der Gestaltung der kegelförmigen Teilkörper 1, 2 hinsichtlich der Zunahme des Strömungsquerschnittes sowie der Breite der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 sind an sich enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Verbrennungsluft 7 am Ausgang des Vormischbrenners einstellen kann. Die kritische Drallzahl stellt sich am Ausgang des Vormischbrenners ein: Dort bildet sich auch eine Rückströmzone 24 (Vortex Breakdown) mit einem gegenüber der dort wirkenden Flammenfront 25 stabilisierenden Effekt ein, in dem Sinne, daß die Rückströmzone 24 die Funktion eines körperlosen Flammenhalters übernimmt.

Die optimale Brennstoffkonzentration über den Querschnitt wird erst im Bereich des Wirbelaufplatzens, also im Bereich der Rückströmzone 24 erreicht. Erst an dieser Stelle entsteht sodann eine stabile Flammenfront 25. Die flammenstabilisierende Wirkung ergibt sich durch die sich im Kegelhohlraum 8 bildende Drallzahl in Strömungsrichtung entlang der Kegelachse. Ein Rückschlagen der Flamme in das Innere des Vormischbrenners wird damit unterbunden.

Allgemein ist zu sagen, daß eine Minimierung der Durchflußöffnung der tangentialen Lufteintrittskanäle 6, 7 prädestiniert ist, die Lage der Rückströmzone 24 ab Ende der Vormischstrecke zu beeinflussen. Die Konstruktion des Vormischbrenners eignet sich des weiteren vorzüglich, die Durchflußöffnung der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 nach Bedarf zu verändern, womit ohne Veränderung der Baulänge des Vormischbrenners eine relativ große betriebliche Bandbreite erfaßt werden kann. Selbstverständlich sind die Teilkörper 1, 2 auch in einer anderen Ebene zueinander verschiebbar, wodurch sogar eine Überlappung gegenüber der Lufteintrittsebene in den Kegelhohlraum 8 (Vgl. Fig. 2, Pos. 21) derselben im Bereich der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6, wie dies aus Fig. 2 hervorgeht, bewerkstelligt werden kann. Es ist sodann auch möglich, die Teilkörper 1, 2 durch eine gegenläufige drehende Bewegung spiralartig ineinander zu verschachteln.

Durch eine in diesem Vormischbrenner erreichbare homogenere Gemischbildung zwischen den eingedüsten Brennstoffen 11, 12 und der Verbrennungsluft 7 erzielt man tiefere Flammentemperaturen und damit tiefere Schadstoff-Emissionen, insbesondere tiefere NOx-Werte. Sodann reduzieren diese tieferen Temperaturen die thermische Belastung für das Material an der Brennerfront und machen beispielsweise eine Sonderbehandlung der Oberfläche nicht zwingend.

Was die Anzahl der Lufteintrittskanäle betrifft, so ist der Vormischbrenner nicht auf die gezeigte Anzahl beschränkt. Eine größere Anzahl ist beispielsweise dort angezeigt, wo es darum geht, die Vorvermischung breiter anzulegen, oder die Drallzahl und somit die davon abhängige Bildung der Rückströmzone 24 durch eine größere Anzahl Lufteintrittskanäle entsprechend zu beeinflussen.

Vormischbrenner der hier beschriebenen Art sind auch solche, welche zur Erzielung einer Drallströmung von einem zylindrischen oder quasi-zylindrischen Rohr ausgehen, die Einstromung der Verbrennungsluft ins Innere des Rohres über ebenfalls tangential angelegte Lufteintrittskanäle bewerkstelligt wird, und im Innern des Rohres ein kegelförmiger Körper mit in Strömungsrichtung abnehmendem Querschnitt angeordnet ist, womit auch mit dieser Konfiguration eine kritische Drallzahl am Ausgang des Brenners erzielbar ist. Die Frontplatte 18 weist auf ihrem flankenseitigen Um-

fang einen aufgesetzten Ring 27 auf, welcher abgekröpft nach innen gerichtet ist, dergestalt, daß die Flammenfront 25 durch eben diesen Ring 27 ummantelt wird. Die axiale Ausdehnung sowie der Grad des Winkels der Abkröpfung richtet sich nach den jeweiligen Betriebsbedürfnissen. Im Vordergrund bei dieser Auslegung ist, daß die Wirkung der Frontplatte 18 auf die radiale Strömung gezielt so vergrößert wird, daß eine direkte und nahe Rezirkulation der heißen Gase im Bereich der Flammenfront 25 unter unmittelbarer Abschirmung der vom Brennraum 17 stammenden und bereits abgekühlten Abgase stattfinden kann. Damit wird ein Betrieb gewährleistet, der die unter dem Kapitel "Stand der Technik" aufgeschlüsselten Nachteile zu beheben vermag.

Fig. 2 zeigt den gleichen Vormischbrenner gemäß Fig. 1, jedoch aus einer anderen Perspektive und in vereinfachter Darstellung. Diese Fig. 2 soll im wesentlichen dazu dienen, die Konfiguration dieses Vormischbrenners sowie die Ausgestaltung und Platzierung der Leitbleche besser resp. einwandfrei zu erfassen. Insbesondere ist in dieser Fig. 2 die Versetzung der beiden Teilkörper 1, 2 zueinander, bezogen auf die Hauptmittelachse 26 (= Brennerachse) des Vormischbrenners, welche der Hauptachse der zentralen Brennstoffdüse 11 entspricht, recht gut ersichtlich. Diese Versetzung induziert an sich die Größe der Durchflußöffnungen der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6. Die jeweiligen Mittelachsen 3, 4 verlaufen hier parallel zueinander. Auf die Ausgestaltung des Stabilisationsringes 27 im Bereich der Frontplatte 18 wurde bereits unter Fig. 1 näher eingegangen.

Bezugszeichenliste

1 Kegelförmiger Teilkörper	
2 Kegelförmiger Teilkörper	
3 Mittelachse zu 1	
4 Mittelachse zu 2	
5 Tangentialer Lufteintrittskanal	
6 Tangentialer Lufteintrittskanal	
7 Verbrennungsluft	
8 Kegelhohlraum, Innenraum des Brenners	
9 Zylindrischer Anfangsteil des Brenners	40
10 Zylindrischer Anfangsteil des Brenners	
11 Brennstoffdüse	
12 Brennstoff, Flüssiger Brennstoff	
13 Brennstoffleitung	
14 Brennstoffleitung	45
15 Eindüsenöffnungen der Brennstoffleitung 13, 14	
16 Brennstoff, gasförmiger Brennstoff	
17 Brennraum	
18 Frontplatte	
19 Bohrungen in Frontplatte	50
20 Heißes Medium, heiße Gase	
21 Lufteintrittsebene	
22 Brennstoffinjektionsebene	
23 Brennstoffprofil	
24 Rückströmzone, Rückströmblase	55
25 Flammenfront	
26 Hauptmittelachse, Brennerachse	
27 Stabilisationsring	
18/27 Brennerfrontplatte	60

Patentansprüche

1. Brenner zum Betrieb eines Aggregates zur Erzeugung eines Heißgases, wobei der Brenner im wesentlichen aus mindestens zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (1, 2) besteht, deren Mittelachsen (3, 4) zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, daß benachbarte

Wandungen dieser Teilkörper (1, 2) tangentiale Lufteintrittskanäle (5, 6) für die Einstromung einer Verbrennungsluft (7) in einen von den Teilkörpern (1, 2) vorgegebenen Innenraum (8) bilden, und wobei der Brenner mit mindestens einer Brennstoffdüse (11, 15) betreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß brenneraustrittsseitig eine Brennerfrontplatte (18/27) angeordnet ist, deren äußere Ende (27) unter einem spitzen Winkel nach innen geneigt ist.

2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das äußere Ende (27) der Brennerfrontplatte (18/27) aus einem ringförmigen Kegelstumpf besteht, und daß dieser Kegelstumpf auf dem flankenseitigen Umfang einer senkrechten oder quasi-senkrechten verlaufenden Frontplatte (18) aufgesetzt ist.

3. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffdüse (11) kopfseitig und auf der Brennerachse (26) angeordnet ist.

4. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der tangentialen Lufteintrittskanäle (5, 6) in Längserstreckung des Brenners eine Anzahl zueinander beabstandeter Brennstoffdüsen (15) angeordnet sind.

5. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchflußquerschnitt des von den Teilkörpern (1, 2) gebildeten Innenraumes (8) in Strömungsrichtung gleichförmig zu nimmt.

6. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchflußquerschnitt des von den Teilkörpern (1, 2) gebildeten Innenraumes (8) einen Diffusor, einen diffusorähnlichen Verlauf, einen Konfusor, einen konfusorähnlichen Verlauf bildet.

7. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilkörper (1, 2) spiralförmig ineinandergeschachtelt sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

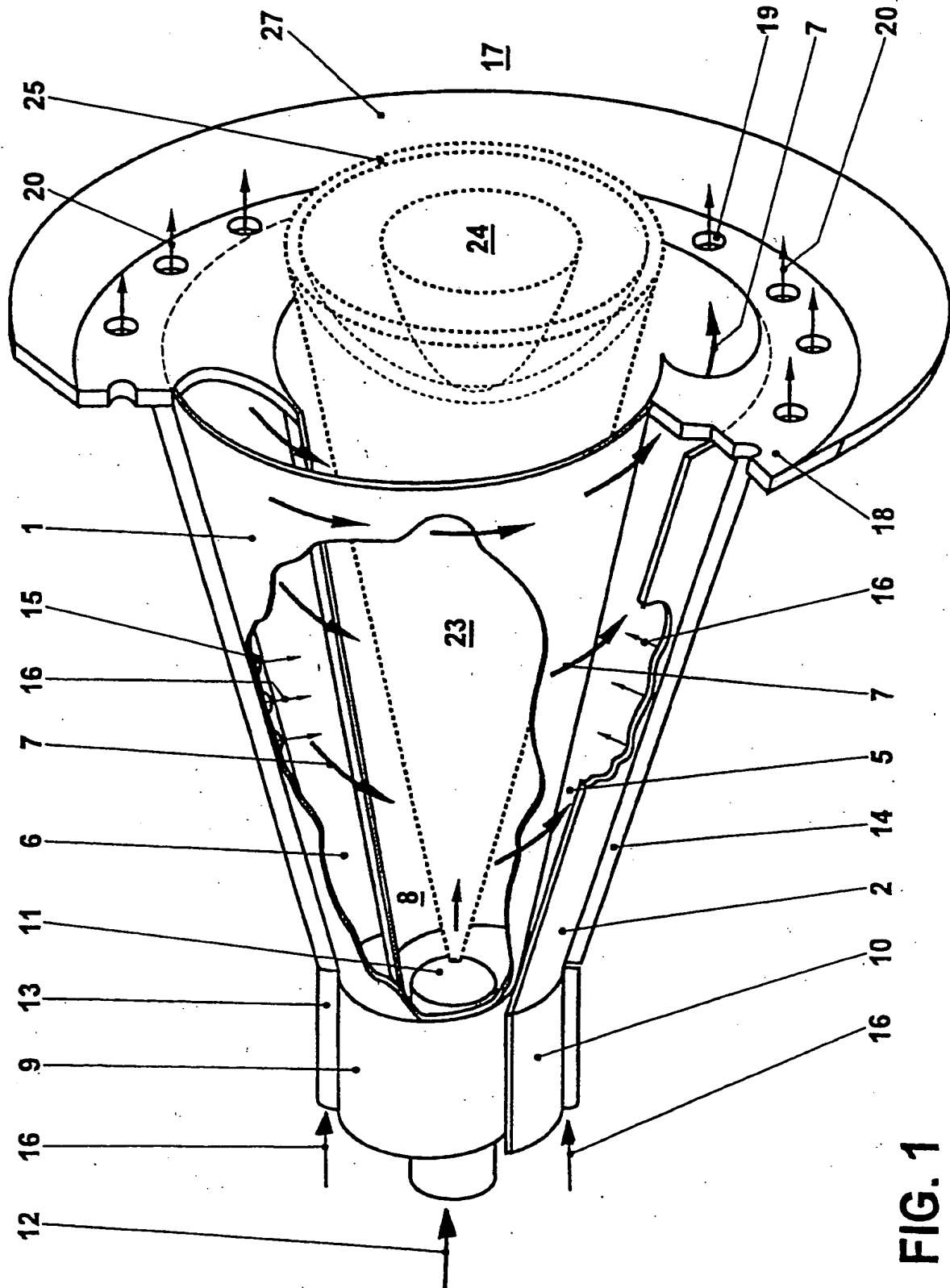


FIG. 1

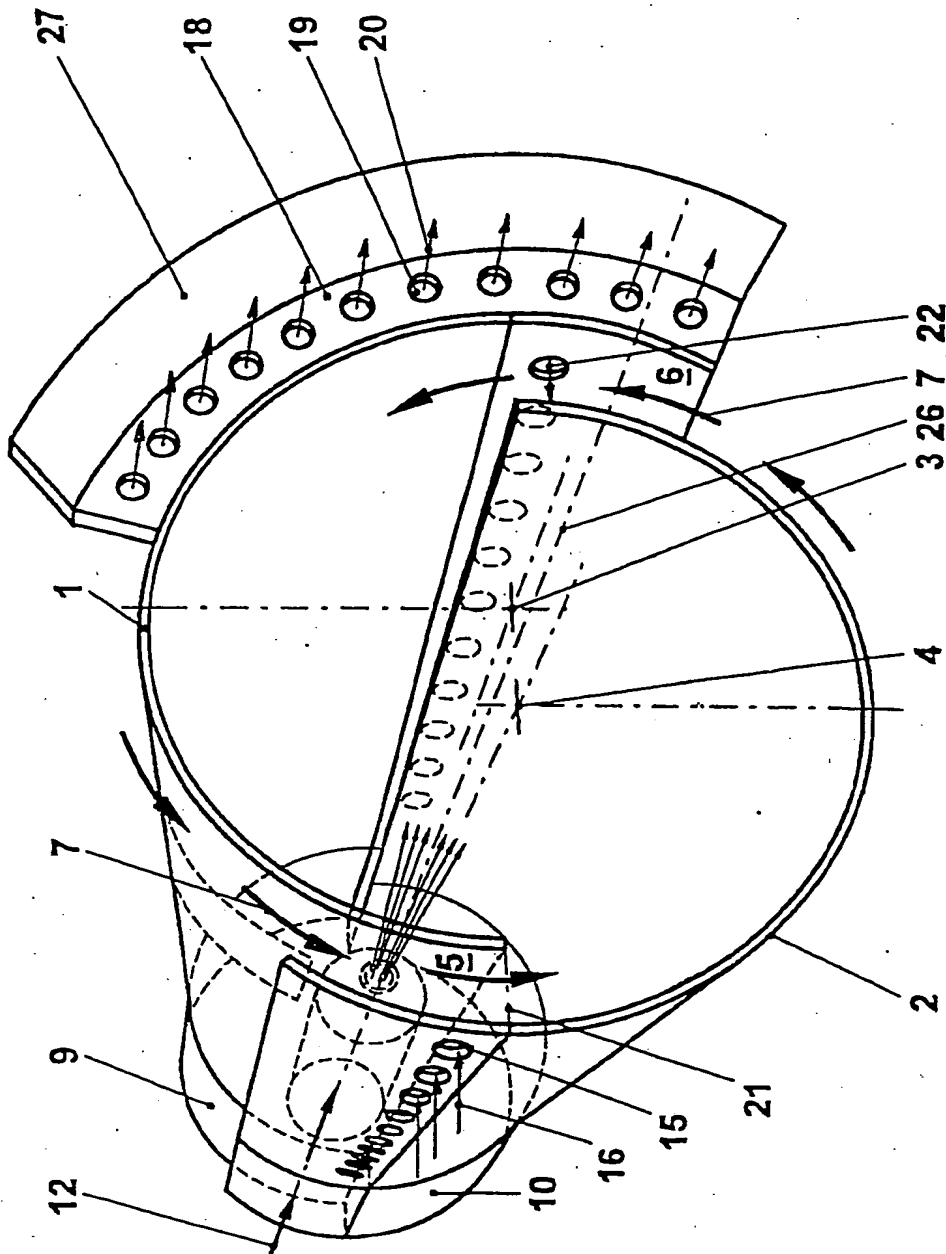


FIG. 2